

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4822061号
(P4822061)

(45) 発行日 平成23年11月24日 (2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月16日 (2011.9.16)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 5 J 17/00 (2006.01)

B 2 5 J 17/00 E

B 2 5 J 19/00 (2006.01)

B 2 5 J 19/00 F

B 2 5 J 5/00 (2006.01)

B 2 5 J 19/00 G

B 2 5 J 5/00 A

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-260911 (P2006-260911)
 (22) 出願日 平成18年9月26日 (2006.9.26)
 (65) 公開番号 特開2007-118177 (P2007-118177A)
 (43) 公開日 平成19年5月17日 (2007.5.17)
 審査請求日 平成21年5月20日 (2009.5.20)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-279132 (P2005-279132)
 (32) 優先日 平成17年9月27日 (2005.9.27)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (72) 発明者 岡久 学
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内
 (72) 発明者 一番ヶ瀬 敦
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内
 (72) 発明者 岡 威憲
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内

審査官 金丸 治之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 双腕ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータと、該モータに接続される減速機とによって駆動される複数の回転軸を有するアームを、胴体の左右に2本備えた双腕ロボットにおいて、
 前記モータと前記減速機は、一体となったアクチュエータとして構成され、
 前記アクチュエータが前記複数の回転軸に一致するようそれぞれ配置され、
 前記複数の回転軸のうち前記アームの各々を前記胴体の回転可能に支持する第1軸が、前記胴体の前面に延びるように設けられ、
 前記アームの各々が、前記胴体に対して第1軸で回転可能に一端が支持される第1フレームと、前記第1フレームの他端で第2軸で回転可能に一端が支持される第2フレームと、
 前記第2フレームの他端で第3軸で回転可能に一端が支持される第3フレームと、前記第3フレームの他端で第4軸で回転可能に一端が支持される第4フレームと、前記第4フレームの他端で第5軸で回転可能に一端が支持される第5フレームと、前記第5フレームの他端で第6軸で回転可能に支持されるエンドエフェクタ取付部と、で構成され、
 前記第2軸は前記第1軸と直交するよう設けられ、前記第3軸は前記第2軸と平行に設けられ、前記第4軸は前記第3軸と直交するよう設けられ、前記第5軸は前記第4軸と直交するよう設けられ、前記第6軸は前記第5軸と直交するよう設けられ、
 前記胴体を上面から見たとき、前記第1軸はフロアと平行で、かつ胴体の左右にそれぞれ少なくとも1本のアームの先端側が互いに離間して前記アームの作業領域が特異点から遠ざかるように前記胴体の前面に対して所定の角度傾斜して設けられていることを特徴とす

10

20

る双腕ロボット。

【請求項 2】

前記第 2 軸を回転させる第 2 軸アクチュエータは、前記第 4 軸及び前記第 6 軸が、前記第 1 軸の仮想延長線上に到達することがないように、略 L 字状に形成された前記第 1 フレームの他端にて前記第 2 フレームを回転可能に支持することを特徴とする請求項 1 記載の双腕ロボット。

【請求項 3】

前記アクチュエータの各々の回転軸に、該アクチュエータを貫通する中空穴を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の双腕ロボット。

【請求項 4】

前記アクチュエータの各々の中空穴に、前記モータの動力ケーブルと信号ケーブルが挿入され、前記胴体の内部へと配線されていることを特徴とする請求項 3 記載の双腕ロボット。

【請求項 5】

前記アームのそれぞれの先端にエンドエフェクタを備え、該エンドエフェクタに接続される流体用の管、または動力ケーブル、または信号ケーブルのいずれか 1 つが、前記アクチュエータの中空穴に配線されていることを特徴とする請求項 4 記載の双腕ロボット。

【請求項 6】

前記胴体が、前記胴体を支持する基台に対して回転可能に支持されていることを特徴とする請求項 1 記載の双腕ロボット。

【請求項 7】

前記基台が、前記基台を直線状に走行させる走行軸によって走行可能に構成されていることを特徴とする請求項 6 記載の双腕ロボット。

【請求項 8】

前記アクチュエータの各モータ容量は、前記胴体側のアクチュエータと同等の容量であるか、またはそれ以下の容量であることを特徴とする請求項 1 記載の双腕ロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、胴体の左右に 2 本の腕を備えた双腕ロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、製造業においてはこの双腕ロボットを人作業の置き換えに活用しようとする動きが活発になってきている。人作業の置き換えの場合、周辺の設備を流用するために腕部、胴体部は極力人のサイズに納めることが必要となる。従来の双腕ロボットは、腕の駆動にモータと減速機の組み合わせで構成しているのが一般的である。（例えば、特許文献 1 参照）。このように、従来の双腕ロボットは、駆動部をモータと減速機とその間の動力伝達装置で構成しているため構成部品が多くなり小型化するのが困難になる。

また、特許文献 1 においては図 2 でその上面図が示されるように、正面（ロボットが作業をする側）に対して胴体 21 の側面に 2 つのアームが取り付けられている。特許文献 1 ではアームの先端までの内部構成及びアームの動作範囲は開示されていないが、通常、2 つアームの各々の動作範囲が重なる作業領域の近傍にて協調動作を行う双腕ロボットでは、このように各アームを胴体側面に設ければ、各アームの動作範囲が互いに重なる作業領域が小さくなることは明らかで、これを回避するためにも、特許文献 1 では、さらに 2 つのアームを取り付ける胴体側面を斜めに形成し、各アームの動作範囲がなるべく重なるようにして、上記作業領域を確保していると思われる。しかしながら、各アームを胴体側面に設ければ、やはり作業領域を十分確保することは難しくなる。また、各アームには、制御点を補間動作させるときに、所謂特異点が存在するが、上記作業領域を十分確保しながら、かつ各アームの特異点が作業領域近傍で発生しないように構成することについて特許

10

20

30

40

50

文献 1 では全く開示されていない。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 3 8 3 5 0 号公報 (4 頁、図 2)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 3 】

このように、従来の双腕ロボットは、駆動部をモータと減速機とその間の動力伝達装置で構成しているため構成部品が多くなり小型化するのが困難になるという問題があった。本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、腕の構成部品を最小限に抑え、小型化するとともに、作業領域を十分確保しつつ、さらに双腕の各アームの特異点を回避する、人作業の置き換えに適した双腕ロボットを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 4 】

上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したのである。

請求項 1 に記載の発明は、モータと、該モータに接続される減速機とによって駆動される複数の回転軸を有するアームを、胴体の左右に 2 本備えた双腕ロボットにおいて、前記モータと前記減速機は、一体となったアクチュエータとして構成され、前記アクチュエータが前記複数の回転軸に一致するようそれぞれ配置され、前記複数の回転軸のうち前記アームの各々を前記胴体の回転可能に支持する第 1 軸が、前記胴体の前面に延びるように設けられ、前記アームの各々が、前記胴体に対して第 1 軸で回転可能に一端が支持される第 1 フレームと、前記第 1 フレームの他端で第 2 軸で回転可能に一端が支持される第 2 フレームと、前記第 2 フレームの他端で第 3 軸で回転可能に一端が支持される第 3 フレームと、前記第 3 フレームの他端で第 4 軸で回転可能に一端が支持される第 4 フレームと、前記第 4 フレームの他端で第 5 軸で回転可能に一端が支持される第 5 フレームと、前記第 5 フレームの他端で第 6 軸で回転可能に支持されるエンドエフェクタ取付部と、で構成され、前記第 2 軸は前記第 1 軸と直交するよう設けられ、前記第 3 軸は前記第 2 軸と平行に設けられ、前記第 4 軸は前記第 3 軸と直交するよう設けられ、前記第 5 軸は前記第 4 軸と直交するよう設けられ、前記第 6 軸は前記第 5 軸と直交するよう設けられ、前記胴体を上面から見たとき、前記第 1 軸はフロアと平行で、かつ前記 2 本のアームの先端側が互いに離間して前記アームの作業領域が特異点から遠ざかるように前記胴体の前面に対して所定の角度傾斜して設けられているものである。

20

30

請求項 2 に記載の発明は、前記第 2 軸を回転させる第 2 軸アクチュエータは、前記第 4 軸及び前記第 6 軸が、前記第 1 軸の仮想延長線上に到達することがないように、略 L 字状に形成された前記第 1 フレームの他端にて前記第 2 フレームを回転可能に支持するものである。

請求項 3 に記載の発明は、前記アクチュエータの各々の回転軸に、該アクチュエータを貫通する中空穴を設けたものである。

請求項 4 に記載の発明は、前記アクチュエータの各々の中空穴に、前記モータの動力ケーブルと信号ケーブルが挿入され、前記胴体の内部へと配線されているものである。

請求項 5 に記載の発明は、前記アームのそれぞれの先端にエンドエフェクタを備え、該エンドエフェクタに接続される流体用の管、または動力ケーブル、または信号ケーブルのいずれか 1 つが、前記アクチュエータの中空穴に配線されているものである。

40

請求項 6 に記載の発明は、前記胴体が、前記胴体を支持する基台に対して回転可能に支持されているものである。

請求項 7 に記載の発明は、前記基台が、前記基台を直線状に走行させる走行軸によって走行可能に構成されているものである。

請求項 8 に記載の発明は、前記アクチュエータの各モータ容量は、前記胴体側のアクチュエータと同等の容量であるか、またはそれ以下の容量であるものである。

【発明の効果】

【 0 0 0 5 】

50

本発明によれば、従来のように動力伝達装置を介することなくアクチュエータがアームの回転軸を駆動できるのでアームの構成部品を最小限に抑え、アームを小型化できるという効果がある。また、組立、メンテナンス時も短時間で行うことができるという効果も得られる。また、胴体の前面に2本のアームを設けたので、各アームの動作領域が重なる作業領域を大きくとることができる。

また、作業領域を大きく取りつつ、作業領域近傍での特異点発生を避けることができる。

また、第1軸に対して第2軸のアクチュエータをシフトさせているので、第4や第6軸が、第1軸の延長線上に存在しうることが無く、特異点の発生を抑えることができる。

また、第1軸をフロアに対して平行に設けているので、ほぼ人間と同様な作業領域で動作ができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例1】

【0007】

図5は、本発明の実施例を示す双腕ロボット1の外観図（鳥瞰図）である。図において、2は胴体、3は右腕、4は左腕、5は基台である。図の矢印が示す方向が双腕ロボット1の正面である。基台5の下面は、工場などのフロアに固定される。ただし、基台5自体を可動テーブルなどに載置して、所謂、走行軸を設けて、本発明の双腕ロボット1全体を移動させることも考えられる。基台5は胴体2を回転可能に支持しており、従って胴体2は図中 で示す方向に回転（旋回）することができる。胴体2の上部には右腕3と左腕4とが設けられている。胴体2に対する右腕3及び左腕4の接続形態の詳細については後述する。右腕3及び左腕4は、特段構成に違いが無く、各アームは後述のように多関節のロボットで構成されている。各アームはモータによって姿勢を形成する。各アームの先端には、同じく後述するエンドエフェクタ取付部R6EまたはL6Eが設けられている。該取付部には図示しないエンドエフェクタが適宜取り付けられる。エンドエフェクタは、例えばハンドリング用のハンド、Tig溶接やアーク溶接用の溶接トーチ、スポット溶接用のガン、そして流体塗料を噴射する塗装ガンなどである。そして、図6に記載のように、双腕ロボット1とケーブル8によって接続されたコントローラ6によって各アーム内に設けられるモータが制御され、各アームが所望の姿勢をとりながらエンドエフェクタによって作業を行う。特に本発明のような双腕ロボット1は双腕のアームを備えることにより、これらの作業を2つのアームで協調しながら多様なワークを行うことができる。

20

30

【0008】

同じく図5にて各アームの構成を詳細に説明する。右腕3の構成部品には全て添え字Rを、左腕4の構成部品には全て添え字Lを付す。代表して右腕3の構成を説明するが、左腕4の構成は添え字をLとして読み変えればよい。

胴体2に対して、R1フレームR1Fは、R1軸R1Jで回転可能に支持されている。R1軸R1Jは基台5が設置されるフロアに対して平行である。R1フレームR1Fには、R2フレームR2Fの一端がR2軸R2Jで回転可能に支持されている。R2軸R2JはR1軸R1Jに対して直交している。R2フレームR2Fの他端には、R3フレームR3Fの一端がR3軸R3Jで回転可能に支持されている。R3軸R3JはR2軸R2Jに対して平行である。R3フレームR3Fの他端には、R4フレームR4Fの一端がR4軸R4Jで回転可能に支持されている。R4軸R4JはR3軸R3Jに対して直交している。R4フレームR4Fの他端には、R5フレームR5Fの一端がR5軸R5Jで回転可能に支持されている。R5軸R5JはR4軸R4Jに対して直交している。R5フレームR5Fの他端には、エンドエフェクタ取付部R6EがR6軸R6Jで回転可能に支持されている。R6軸R6JはR5軸R5Jに対して直交している。

40

【0009】

50

各アームの内部構成について図3を使って説明する。同じく代表して右腕3の内部構成を説明するが、左腕4の構成は添え字をLとして読み変えればよい。図3は、図5における双腕ロボット1をX方向から見た図である。すなわちロボットの左側面図であって、右腕3と胴体2の一部とを示している。さらに右腕3を断面図にして作図している。図5と同等箇所には同一番号を付している。図3において、R1AはR1アクチュエータである。R1アクチュエータR1AはR1軸R1Jを駆動するものである。このアクチュエータはサーボモータと減速機が一体となって構成されたもので、サーボモータの出力軸に減速機が備えられている。R1アクチュエータR1Aのフレームは胴体2に固定されている。そしてその出力軸（減速機の出力軸）がR1フレームR1Fの一端に接続されており、従ってR1フレームR1FはR1軸R1JでR1アクチュエータR1Aによって回転する。同様にR2アクチュエータR2A、R3アクチュエータR3A、R4アクチュエータR4A、R5アクチュエータR5A、R6アクチュエータR6Aが右腕3内部に存在する。すなわち、R2アクチュエータR2AはR1フレームの他端に設けられている。R1アクチュエータR1AとR2アクチュエータR2Aの取付構成詳細については後述する。R2アクチュエータR2Aは、R2軸R2JでR2フレーム2Fの一端に接続されて、これを回転させる。R3アクチュエータR3AはR2フレームの他端に設けられ、その出力軸がR3フレームR3Fの一端に接続されて、R3軸R3JでR3フレームR3Fを回転させる。R4アクチュエータR4AはR3フレームの他端に設けられ、その出力軸がR4フレームR4Fの一端に接続されて、R4軸R4JでR4フレームR4Fを回転させる。R5アクチュエータR5AはR4フレームR4Fの他端に設けられ、その出力軸がR5フレームR5Fの一端に接続されて、R5軸R5JでR5フレームR5Fを回転させる。R6アクチュエータR6AはR5フレームR5Fの他端に設けられ、その出力軸がエンドエフェクタ取付部R6Eを回転させる。

これらのアクチュエータは全て同様な構成であるが、モータとしての容量が、アームの先端（エンドエフェクタ側）側のアクチュエータほど小さくなっているか、または胴体2側の直前のアクチュエータと同等の容量である。なお、図3ではアームの姿勢によりR2アクチュエータR2Aは見えないため図示していない。このようにモータと減速機一体のアクチュエータを使用すれば、アーム全体がコンパクトに形成できる。

また、これらのアクチュエータには全て中空穴7が設けられている。中空穴7は、各アクチュエータの回転軸であるR1～6軸に沿ってアクチュエータを貫通したものである。図3では図示していないが、各アクチュエータの中空穴7には各モータの動力ケーブル、信号ケーブルが挿入され、胴体2の内部へと配線されている。また、場合によりエンドエフェクタで使用する流体用の管や、エンドエフェクタ自身の動力ケーブル、信号ケーブルも配線される。アクチュエータを中空構成にすれば、これらケーブル類をアームの中に内蔵できるので、アームの外部にこれらが露出することなく、周囲の装置との干渉が避けられ、外観もよく構成できる。

【0010】

次に、以上で説明した各アームの胴体2に対する接続形態について図1を使って説明する。図1は、図5における双腕ロボット1の上面図であり、図の上側がロボットの正面である。なお図1では胴体2と各アームとの接続形態を説明するため、左右のアームが水平に伸長した状態で作図されている。また、各アーム3, 4と胴体2との接続部分は一部断面図にしている。図のように、本発明においては、R1アクチュエータR1AとL1アクチュエータL1Aとが、胴体2の正面に対して図中の角度をもって設置されている。本実施例では、胴体2の正面に対する角度は15°としている。つまりR1軸R1JとL1軸L1Jとが胴体2正面に対して角度をもって回転する。なお、R1軸R1JとL1軸L1Jとは、フロアに対しては水平（平行）である。そして、R2アクチュエータR2AはR2軸R2JがR1軸R1Jと直交するようにR1フレームR1Fの一端に設けられるとともに、R1軸R1Jの延長線上からシフトした位置にR2アクチュエータR2Aが存在するよう、R1フレームR1FはL字状に湾曲していて、その他端にR2アクチュエータR2Aが保持されている。R1アクチュエータR1Aは、そのフレーム部分が胴

体 2 に固定されていて、一方減速機部分の出力軸が R 1 フレーム R 1 F の一端に接続されてこれを回転させている。さらに、R 2 アクチュエータ R 2 A は、R 1 フレーム R 1 F の他端に、減速機部分の出力軸が接続され、アクチュエータのフレーム部分が R 2 フレーム R 2 F の一端に接続されている。そして、R 3 アクチュエータ R 3 A は、上述のように、アクチュエータのフレーム部分が R 2 フレーム R 2 F の他端に接続されて、一方減速機部分の出力軸が R 3 フレーム R 3 F の一端に接続されて、これを回転させる。また、R 3 アクチュエータ R 3 A の回転軸の R 3 軸 R 3 J は R 2 軸 R 2 J と平行となるよう R 2 フレーム R 2 F に設けられている。つまり、R 1 軸 R 1 J と R 2 軸 R 2 J とは直交し、R 2 軸 R 2 J と R 3 軸 R 3 J は平行で、R 3 軸 R 3 J と R 4 軸 R 4 J とは直交し、R 4 軸 R 4 J と R 5 軸 R 5 J とは直交し、R 5 軸 R 5 J と R 6 軸 R 6 J とは直交する、という形態になっている。なお、左腕 4 については右腕 3 と同様な構成であるため、説明は省略する。

10

【 0 0 1 1 】

次に、以上のように構成した本発明の双腕ロボット 1 について、アームの動作領域と作業領域、及び特異点について説明する。

図 7 は、R 4 軸 R 4 J と R 5 軸 R 5 J とが交わる R P 点が動作可能な範囲を示す R P 点の動作範囲と、L 4 軸 L 4 J と L 5 軸 L 5 J とが交わる L P 点が動作可能な範囲を示す L P 点の動作範囲とを示す、双腕ロボット 1 の上面図である。そして、これら 2 つの動作範囲が重なる領域（斜線部）が、2 つのアームが協調しながら作業を行いやすい作業領域を示している。作業領域が大きいほど双腕ロボットとしての作業性が高まるため、本発明では従来のように胴体の側面にアームを設けるのではなく、胴体 2 の正面側の両端に 2 つのアームをそれぞれ設置して作業領域を大きく保つとともに、一方、上記のように R 1 軸 R 1 J と L 1 軸 L 1 J とを の角度をもって胴体 2 に設置し、さらに R 1 軸 R 1 J の延長線上からシフトした位置に R 2 アクチュエータ R 2 A が存在するよう、R 1 フレーム R 1 F を L 字状に湾曲させて、その他端に R 2 アクチュエータ R 2 A を保持することで、R 4 軸 R 4 J と R 6 軸 R 6 J とが R 1 軸 R 1 J の延長線上に並ぶことを防ぎ、以下のように作業領域近傍で発生する特異点を回避している。

20

図 4 は、R 6 軸 R 6 J と、R 4 軸 R 4 J と、R 2 フレーム R 2 F（R 2 軸 R 2 J と R 3 軸 R 3 J の両方に垂直な仮想軸）とが全て、R 1 軸 R 1 J と平行となるような右腕 3 の姿勢を形成し、左腕 4 も同様な姿勢を形成したときの、本発明の双腕ロボット 1 の上面図を示している。この状態のとき、各アームに補間動作をさせると各アームでは所謂特異点が発生し、動作不可能な状態となる可能性がある。図 7 における作業領域近傍では、作業の都合上、各アームに補間動作をさせる可能性が高いため、本発明のように R 1 軸 R 1 J と L 1 軸 L 1 J とを の角度をもって胴体 2 に設置すれば、作業領域近傍から特異点が発生する姿勢を遠ざけることができる。

30

また、本発明では、R 1 軸 R 1 J の延長線上に R 2 アクチュエータ R 2 A が存在しないよう、R 1 フレーム R 1 F を L 字状に湾曲させて、その他端に R 2 アクチュエータ R 2 A を保持するように構成しているので、R 1 軸 R 1 J の延長線上に R 4 軸 R 4 J と R 6 軸 R 6 J が到達することが無くなるので、さらに特異点の発生を抑えることができる。左腕 4 も同様である。

【図面の簡単な説明】

40

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の実施例を示す双腕ロボットの上面図。

【図 2】従来技術の実施例を示す双腕ロボットの上面図。

【図 3】本発明の双腕ロボットにおけるアーム内部を示す断面図。

【図 4】本発明の双腕ロボットにおける特異点の姿勢を示す上面図。

【図 5】本発明の双腕ロボットの外観図（鳥瞰図）。

【図 6】本発明の双腕ロボットとコントローラとを示す外観図。

【図 7】本発明の双腕ロボットの各アームの動作範囲と作業領域を示す上面図。

【符号の説明】

【 0 0 1 3 】

50

- 1 双腕ロボット
- 2 胴体
- 3 右腕（右アーム）
- 4 左腕（左アーム）
- 5 基台
- 6 コントローラ
- 7 中空穴
- 8 ケーブル

R 1 J	R 1 軸	10
R 2 J	R 2 軸	
R 3 J	R 3 軸	
R 4 J	R 4 軸	
R 5 J	R 5 軸	
R 6 J	R 6 軸	

R 1 F	R 1 フレーム	
R 2 F	R 2 フレーム	
R 3 F	R 3 フレーム	
R 4 F	R 4 フレーム	20
R 5 F	R 5 フレーム	
R 6 E	右腕エンドエフェクタ取付部	

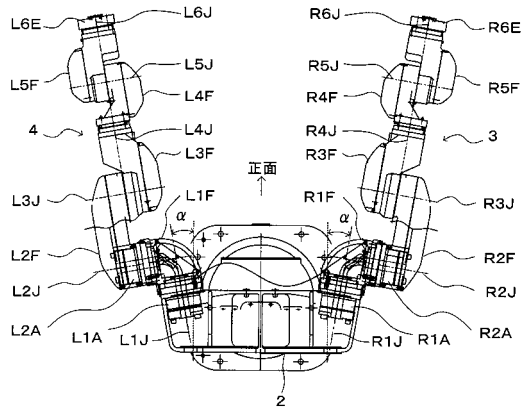
R 1 A	R 1 アクチュエータ	
R 2 A	R 2 アクチュエータ	
R 3 A	R 3 アクチュエータ	
R 4 A	R 4 アクチュエータ	
R 5 A	R 5 アクチュエータ	
R 6 A	R 6 アクチュエータ	30

L 1 J	L 1 軸
L 2 J	L 2 軸
L 3 J	L 3 軸
L 4 J	L 4 軸
L 5 J	L 5 軸
L 6 J	L 6 軸

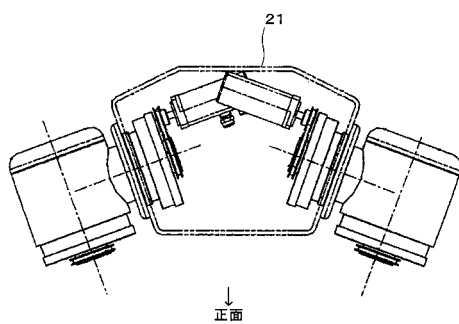
L 1 F	L 1 フレーム	
L 2 F	L 2 フレーム	
L 3 F	L 3 フレーム	40
L 4 F	L 4 フレーム	
L 5 F	L 5 フレーム	
L 6 E	左腕エンドエフェクタ取付部	

L 1 A	L 1 アクチュエータ	
L 2 A	L 2 アクチュエータ	
L 3 A	L 3 アクチュエータ	
L 4 A	L 4 アクチュエータ	
L 5 A	L 5 アクチュエータ	
L 6 A	L 6 アクチュエータ	50

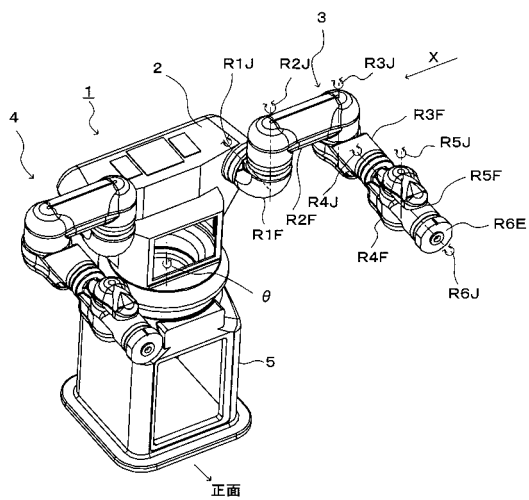
【図 1】



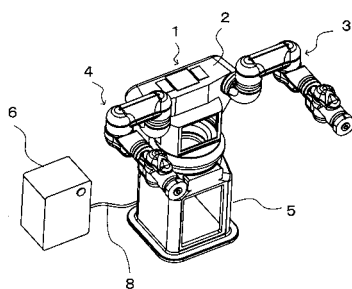
【図 2】



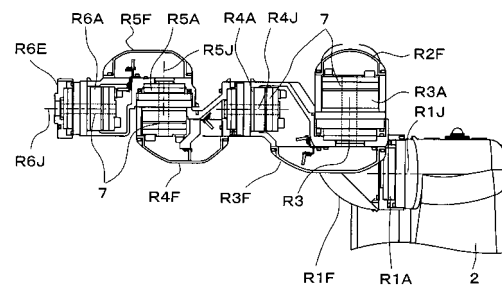
【図 5】



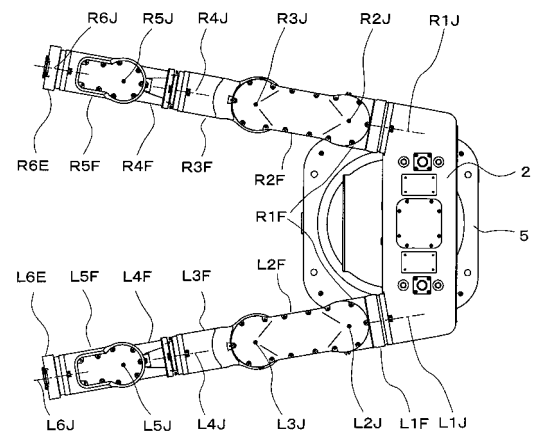
【図 6】



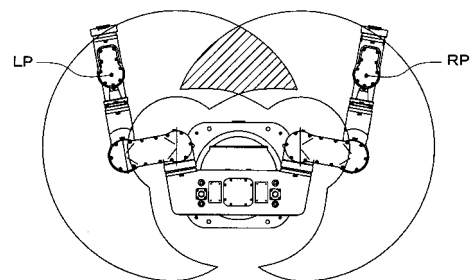
【図 3】



【図 4】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-315879(JP,A)
特開2001-322082(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 17/00

B25J 5/00

B25J 19/00